

PUB-NO: JP404301613A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04301613 A
TITLE: BEAM EXPANDER AND REDUCER

PUBN-DATE: October 26, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

KAWAGUCHI, SHIGERU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

TOSHIBA CORP

APPL-NO: JP03066801

APPL-DATE: March 29, 1991

US-CL-CURRENT: 359/859

INT-CL (IPC): G02B 27/00; B23K 26/06; H01S 3/101

ABSTRACT:

PURPOSE: To increase the light resistance; reduce the disorder of a beam due to aberrations, and also reduce the size by arranging a convex parabolic mirror and a concave parabolic mirror so that their mirror surfaces face each other.

CONSTITUTION: The convex parabolic mirror 1 and concave parabolic mirror 2 which are a confocal type and reflect reflected light at right angles to incident light are arranged having their parabolic surfaces opposite each other. The reflecting surfaces on the surfaces of the parabolic mirrors 1 and 2 are made of a material with high light resistance like Cu and Mo. A beam with a diameter d1 which is made incident from the side of the convex parabolic mirror 1 is reflected and expanded by the parabolic surfaces of the convex parabolic mirror 1 and concave parabolic mirror 2 and outputted as a beam with a diameter d2 from the concave parabolic mirror 2. The parabolic mirrors have no aberration, so the quality of the beam is not disordered and the incidence angle of the beam is set large. Therefore, the device can be made compact by making the interval between both the parabolic mirrors 1 and 2 small. When the incident light is made incident in the reverse direction, the device functions as the beam reduction unit.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-301613

(43) 公開日 平成4年(1992)10月26日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 27/00	Q	9120-2K		
B 2 3 K 26/06	E	7920-4E		
H 0 1 S 3/101		7630-4M		

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平3-66801

(22) 出願日 平成3年(1991)3月29日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 川口 滋

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株

式会社東芝浜川崎工場内

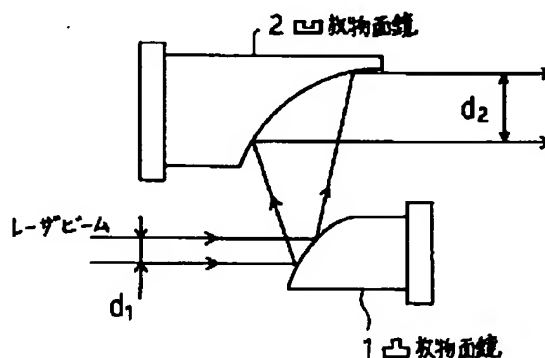
(74) 代理人 弁理士 木内 光春

(54) 【発明の名称】 ビーム拡大・縮小器

(57) 【要約】

【目的】 耐光強度に優れ、収差によるビームの乱れが少なく、しかも小型化されたビーム拡大・縮小器を提供する。

【構成】 凸放物面鏡1と凹放物面鏡2とを、その鏡面を対向して配置し、一方の放物面鏡に入射されたビームを他方の放物面鏡に反射させ、他方の反射鏡から前記ビームの径 d_1 よりも拡大または縮小された径 d_2 のビームを得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 鏡面に所定の曲率を持った複数の反射鏡を組み合わせてレーザビームの径を拡大したり縮小したりするビーム拡大・縮小器において、凸放物面鏡と凹放物面鏡とを、その鏡面を対向して配置し、一方の放物面鏡に入射されたビームを他方の放物面鏡に反射させ、他方の反射鏡から前記ビームよりも拡大または縮小されたビームを得ることを特徴とするビーム拡大・縮小器。

【発明の詳細な説明】

【0001】 【発明の目的】

【0002】

【産業上の利用分野】 本発明はTEA-CO₂ レーザや加工用のCW-CO₂ レーザをはじめとする比較的高出力のレーザに使用されるビーム拡大・縮小器に関する。

【0003】

【従来の技術】 従来から、TEA-CO₂ レーザ等の高ピークパワーを有するパルスレーザ光を拡大したり縮小したりする場合、空間におけるブレイクダウンを防止するために、ビームを集光しないで変換するガリレオ式のビーム拡大・縮小器が使用される。なお、これに対してビームを集光して変換するビーム拡大・縮小器は、通常ケプラー式と呼ばれる。

【0004】 図5に、このようなガリレオ式のビーム拡大・縮小器の代表例を示す。この従来技術は、凹レンズ9と凸レンズ10とから構成され、その焦点距離とレンズ間隔を適度を選択することにより、入射ビーム径d1を希望するビーム径d2に拡大することができる。この時、 $M=d2/d1$ をビームの拡大率という。

【0005】 また、図5は、凹レンズ9側からビームを入射した場合だが、凸レンズ10側からビームを入射した場合には、ビーム径を縮小することになり、その縮小率は $1/M=d1/d2$ となる。

【0006】 ところで、TEA-CO₂ レーザ等の場合、レンズは一般にZnSe（セレン化亜鉛）が用いられているが、その耐光強度は一般的に $1J/cm^2$ 程度であり、高出力のレーザシステムに使用することはできない。

【0007】 そのため、高出力のレーザシステムでは、図6に示すように、凸面鏡11と凹面鏡12から構成されるビーム拡大・縮小器が使用される。凸面鏡や凹面鏡の材料には、TEA-CO₂ レーザシステムでは、CuやMoが使用されるのが一般的で、この場合の耐光強度はZnSeに比較して格段に向上する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、凸面鏡や凹面鏡の場合、その入射光の入射角（＝反射角）が垂直入射（入射角0°）からはずれるに従い、その反射光の入射面内の成分とそれに直交する成分の焦点距離が異なってくるため収差が生じ、ビームの質が乱されてしまう。そこで、図7に示すように、反射鏡への入射角 θ_1 及び反

射角 θ_2 は、収差の影響を極力押さえるために、 $10^\circ \sim 15^\circ$ 以下に設定するのが一般的である。

【0009】 そのため、このような入射角の小さい凸面鏡と凹面鏡から構成されるビーム拡大・縮小器は、凸面鏡と凹面鏡の間隔をある程度以上離さないと、所望の拡大・縮小率が得られず、凸レンズと凹レンズで構成されるビーム拡大・縮小器に比較して、かなり大型化する欠点があった。

【0010】 また、収差の影響をゼロにすることはできないので、ビームの質を重要視するレーザシステムに使用するには、好ましくなかった。

【0011】 本発明は、上記のような従来技術の各問題を解決し、耐光強度に優れ、収差によるビームの乱れが少なく、しかも小型化されたビーム拡大・縮小器を提供することを目的とする。

【0012】 【発明の構成】

【0013】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するために、本発明は、鏡面に所定の曲率を持った複数の反射鏡を組み合わせてレーザビームの径を拡大したり縮小したりするビーム拡大・縮小器において、凸放物面鏡と凹放物面鏡とを、その鏡面を対向して配置し、一方の放物面鏡に入射されたビームを他方の放物面鏡に反射させ、他方の反射鏡から前記ビームよりも拡大または縮小されたビームを得ることを特徴とする。

【0014】

【作用】 上記のような構成を有する本発明のビーム拡大・縮小器では、放物面鏡の使用により反射面における収差を解消することができる。その結果、ビームの乱れによる質の低下を防止できると共に、ビームの入射角を例えば 45° のように大きく設定することができ、凸放物面鏡と凹放物面鏡の距離を小さくしても必要とする拡大・縮小率を得ることができる。

【0015】 また、反射鏡の使用により、反射面にCuやMoを使用することが可能となり、従来の凸及び凹レンズ系のビーム拡大・縮小器に比較して、優れた耐光強度を確保できる。

【0016】

【実施例】（1）第1実施例

本発明の第1実施例を図1乃至図3に基づいて説明する。なお、前記従来技術と同一の部材については同一の符号を付し、説明は省略する。

【0017】 本実施例のビーム拡大・縮小器は、図1に示すように、共焦点型で、反射光を入射光に対して垂直に反射する凸放物面鏡1と凹放物面鏡2とをその放物面が対向するように、配置したものである。この場合、各放物面鏡1、2は、その表面の反射面がCuやMoなどの耐光強度の高い物質によって構成されている。

【0018】 ここで、各放物面鏡1、2の反射面の形状は、図2及び図3に示すように設定されている。すなわ

3

ち、図3に示す $x-y$ 座標系において $x=ay^2$ の放物線を考えたとき、放物面への入射光（平面波）が点Aに集光されるとすれば、 $a=1/2y_1$ となり、距離 y_1 をワークディスタンスと呼び、これが $x=ay^2$ の放物線断面を持つ放物面鏡の見掛けの焦点距離となる。この $x=ay^2$ の放物線断面を持つ放物面鏡において、放物面の凹面側で反射された光は、点Aに集光されるが、凸面側で反射された光は、点Aを焦点（点光源）として拡大されることになる。

【0019】そこで、本実施例では、この放物面鏡の凸面側を利用した反射鏡（凸放物面鏡1）と、放物面鏡の凹面側を利用した反射鏡（凹放物面鏡2）とを利用して共焦点型のビーム拡大・縮小器を構成している。すなわち、図4に示すように、 $x=by^2$ （但し、 $b=1/2y_2$ ）の凸放物面鏡1と、 $x=cy^2$ （但し、 $c=1/2y_3$ ）の凹放物面鏡2を、間隔 $l=y_2-y_3$ を離して配設し、共焦点をBとする共焦点型のビーム拡大・縮小器を構成している。

【0020】このような構成を有する本実施例では、拡大率 $M=y_2/y_3$ （ $M=b/c$ ）となり、凸放物面鏡1側から入射された径 d_1 のビームは、凸放物面鏡1及び凹放物面鏡2の放物面で反射拡大され、凹放物面鏡2から径 d_2 のビームとなって出力される。

【0021】このように本実施例によれば、凸放物面鏡1や凹放物面鏡2の反射面は、CuやMoで製作されているので、ZnSe製のレンズで構成されたビーム拡大・縮小器よりも耐光強度が格段に向上する。また、放物面鏡は、収差がゼロであるため、ビームの質を乱すこともなく、ビームの入射角を例えば 45° のように大きく設定することができるため、両放物面鏡の間隔を小さくしても大きな拡大・縮小率を得ることができ、結果としてビーム拡大・縮小器を非常にコンパクトにすることができる。

【0022】なお、図1は、ビーム拡大器として使用したものであるが、入射光を逆にすればビーム縮小器として機能することは言うまでもない。また、入射角は、 45° 以外の設計でも同様の効果が得られるので、入射角を 45° に限定する必要はない。

【0023】（2）第2実施例

次に、本発明の第2実施例を図4によって説明する。この実施例は、図1のビーム拡大・縮小器をレーザ増幅器のレーザ取出窓を挟んで2組配置し、レーザ取出窓の耐光強度に合わせて、レーザ取出窓を通過するビームを拡大するものである。

【0024】一般に、高出力のパルスレーザシステムでは、伝送距離が長くなること及びビームの質を重要視することが多く、その場合、ビームの横モードはシングルモード（TEM₀₀）が要求される。シングルモードの場合、その $1/e^2$ ビーム半径を ω_0 とし、レーザ光のエネルギーをEとすれば、そのピークエネルギー密度P

4

は、 $P_0=2E/\pi\omega_0$ となる。

【0025】レーザ取出窓には、ZnSe等が用いられるのが一般的であり、その耐光強度は 1 J/cm^2 程度である。すると、例えば最終段の増幅器の出力が 10 J のシステムを考えた場合、耐光強度から考えた必要ビーム系 $2\omega_0$ は、 $\Phi 50\text{ mm}$ 以上となる。また、 100 J システムでは $\Phi 160\text{ mm}$ 以上となる。

【0026】このような大きなビームを透過させる放電部（レーザ励起空間）を製作することは非常に困難であり、放電ギャップはできるだけ小さくすることが望まれている。そのため、例えば、 10 J システムなら 30 mm 程度となる。また、大きなビーム系の光を長距離伝送する場合、その途中の工学部品に要求される寸法が大きくなるため、機器の大型化を招く欠点もある。

【0027】このような点に鑑み、本実施例では、レーザ増幅器8に設けられたレーザ取出窓7の内外に、凸放物面鏡3と凹放物面鏡4から構成されるビーム拡大器と、凹放物面鏡6と凸放物面鏡5から構成されるビーム縮小器を配設することにより、レーザ取出窓7を通過するビーム径だけを拡大する。

【0028】このような構成を有する本実施例によれば、レーザ取出窓7を通過するビーム径だけをその耐光強度から要求される径に拡大し、放電部やその他の伝送空間においては適度な径に縮小することができる。特に、従来の凸面鏡と凹面鏡で構成した場合に比較し、小型で収差のないビーム拡大・縮小器を得ることができ、高出力レーザシステムに適したレーザ増幅器を得ることができる。

【0029】（3）他の実施例

なお、第2実施例では、レーザ取出窓7の前後にビーム拡大・縮小器を配設しているが、どちらか一方に配設した場合でも、レーザ取出窓7の耐光強度に見合ったレーザ増幅器を得ることができる。また、レーザ発振器単独で高出力を達成する装置では、本発明をレーザ発振器に適用すれば、同様の効果が得られる。

【0030】更に、前記実施例は、TEA-CO₂レーザを取り上げているが、他のレーザでも同様の効果を発揮することは言うまでもない。

【0031】

【発明の効果】以上述べた様に、本発明によれば、凸放物面鏡と凹放物面鏡とをその鏡面を対向して配置すると言う簡単な構成にもかかわらず、耐光強度が高く、収差の影響がなく、小型化されたビーム拡大・縮小器を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるビーム拡大・縮小器の第1実施例の側面図

【図2】図1のビーム拡大・縮小器に使用する放物面鏡の断面形状を説明するグラフ

【図3】図1のビーム拡大・縮小器に使用する凸放物面

5

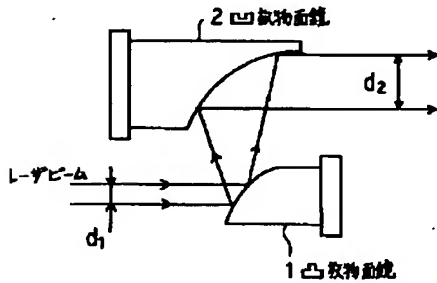
鏡と凹放物面鏡の関係を説明するグラフ

【図4】本発明の第2実施例を示す側面図

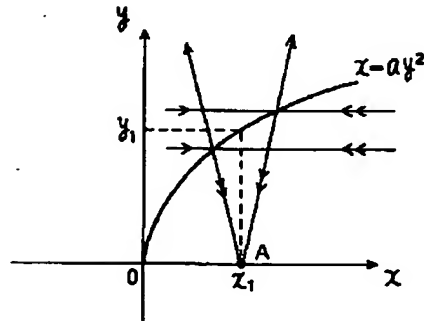
【図5】従来のレンズによるガリレオ式のビーム拡大・縮小器の側面図

【図6】従来の凸面鏡と凹面鏡によるガリレオ式のビーム拡大・縮小器の側面図

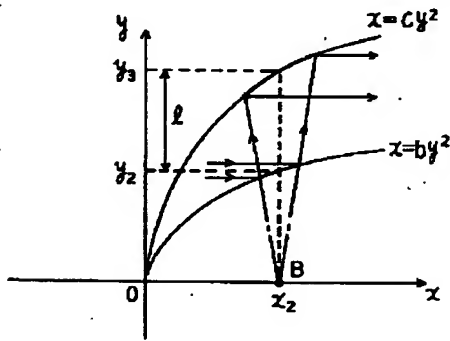
【図1】



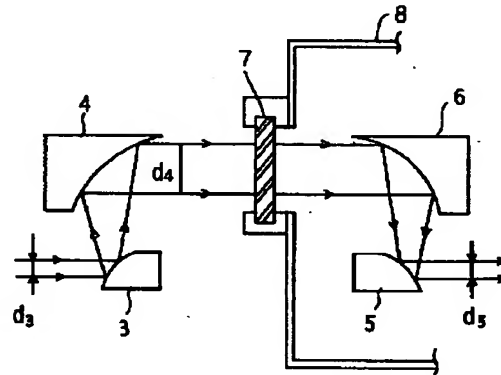
【図2】



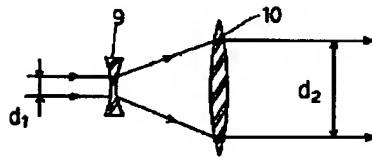
【図3】



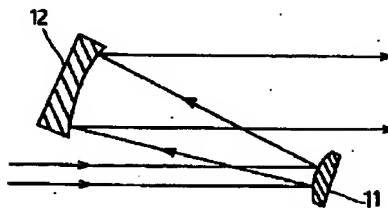
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

